



## Actividad antibacteriana de extractos de frutos de nanchi (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), arrayán (*Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied.) y ayale (*Crescentia alata* Kunth)

[Antibacterial activity of extracts obtained from the nanchi (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), arrayan (*Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied.) and ayale (*Crescentia alata* Kunth) fruits]

Juan Fernando PÍO-LEÓN<sup>1</sup>, Sylvia Páz DÍAZ-CAMACHO<sup>2,3</sup>, Miguel A. LÓPEZ-LÓPEZ<sup>1</sup>, Magdalena de Jesús URIBE-BELTRÁN<sup>2</sup>, Kaethe WILLMS<sup>4</sup>, Gabriela LÓPEZ-ANGULO<sup>1</sup>, Julio MONTES-AVILA<sup>1</sup> & Francisco DELGADO-VARGAS<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México

<sup>2</sup>Maestría en Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México

<sup>3</sup>Programa en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México

<sup>4</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.

Contactos | Contacts: Francisco DELGADO-VARGAS - E-mail address: [fdelgado@uas.edu.mx](mailto:fdelgado@uas.edu.mx)

### Abstract

Nanchi (*Byrsonima crassifolia*), arrayan (*Psidium sartorianum*) and ayale (*Crescentia alata*) are wild and under-utilized plants from Mexico; their fruits have been used as food and as Mexican traditional remedies against human bacterial infections (e.g. bacillary dysentery). However, scientific reports which support such uses or promote their consumption are scarce. In this work, the antibacterial activities of fruit extracts (i.e. hexanic, HE; chloroformic, CE; and methanolic, ME) were determined by the micro-dilution assay, establishing the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericide Concentration (MBC) against 21 human pathogenic bacteria. The HE of arrayan and ayale showed the highest activity against enterobacteria (*E. coli*, *Salmonella* spp. and *Shigella* spp.) (MIC 0.25-2 mg/mL; MBC 0.5-16 mg/mL). The arrayan ME was the most active against the Gram-positive bacteria, showing *Staphylococcus aureus* the highest sensitivity (MIC 2 mg/mL; MBC 2-4 mg/mL). The presented results support the traditional uses of these plant materials for treating bacterial infectious diseases.

**Keywords:** *Psidium sartorianum*, *Crescentia alata*, *Byrsonima crassifolia*, antibacterial activity, fruit, nutraceuticals

### Resumen

Nanchi (*Byrsonima crassifolia*), arrayán (*Psidium sartorianum*) y ayale (*Crescentia alata*) son plantas silvestres subutilizadas de México; sus frutos son comestibles y usados como medicamentos tradicionales contra infecciones bacterianas humanas (e.g. disentería bacilar). Sin embargo, los reportes científicos que avalen los usos y promuevan su consumo son escasos. En este trabajo se determinó, ensayo de micro-dilución en caldo, la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB), de los extractos de frutos (hexánico, EH; clorofórmico, EC; y metanólico, EM) contra 21 bacterias patógenas humanas. Los EH de arrayán y ayale mostraron la mayor actividad (CMI 0.25-2 mg/mL; CMB 0.5-16 mg/mL) contra enterobacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Shigella* spp.). El EM de arrayán fue el más activo contra bacterias Gram positivas, presentando *Staphylococcus aureus* la mayor sensibilidad (CMI 2 mg/mL; CMB 2-4 mg/mL). Estos resultados apoyan el uso tradicional de estos materiales en padecimientos asociados al tratamiento de infecciones bacterianas.

**Palabras Clave:** *Psidium sartorianum*, *Crescentia alata*, *Byrsonima crassifolia*, actividad antibacteriana, fruto, nutraceuticos

Recibido | Received: 2 de Noviembre de 2012.

Aceptado en versión corregida | Accepted in revised form: 5 de Enero de 2013

Publicado en línea | Published online: 31 de Julio de 2013.

Declaración de intereses | Declaration of interests: Los autores agradecemos la ayuda de las siguientes personas/instituciones: PROFAPI-UAS, CONACYT, COECYT y FOMIX-SINALOA por el financiamiento para el proyecto.

Este artículo puede ser citado como / This article must be cited as: JF Pío-León, SP Díaz-Camacho, MA López-López, MJ Uribe-Beltrán, K Willms, G López-Angulo, J Montes-Avila, F Delgado-Vargas. 201X. Actividad antibacteriana de extractos de frutos de nanchi (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), arrayán (*Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied.) y ayale (*Crescentia alata* Kunth). *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 12(4): 356 – 364.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas, ocasionadas por virus, bacterias y parásitos, son una de las principales causas de morbi-mortalidad en el ámbito mundial. En el caso de enfermedades bacterianas, la resistencia de los agentes causales a los antibióticos comerciales y el uso restringido de medicamentos de patente, asociado a sus altos costos de venta (WHO, 2001), han complicado el panorama; en consecuencia, el uso de plantas como alternativa para el tratamiento o prevención de estas enfermedades es habitual en comunidades, principalmente en países en vías de desarrollo (Cowan, 1999; WHO, 2001; Nazma *et al.*, 2008).

Los frutos son importantes componentes de la dieta humana al aportar nutrimentos como vitaminas, minerales y fibra. Asimismo, a algunos se les atribuyen diversas propiedades que contribuyen a la salud humana, por lo que son considerados como alimentos funcionales o nutraceuticos (Kalra, 2003; Silveira-Rodriguez *et al.*, 2003; Alissa and Ferns, 2012); entre estas propiedades se encuentran las antimicrobianas. Uno de los ejemplos mejor conocidos es el del fruto de arándano (*Vaccinium macrocarpon*) que tiene una larga tradición de uso contra infecciones bacterianas de vías urinarias; esta característica se ha validado científicamente (Turner *et al.*, 2005; Pappas and Schaich, 2009; Jepson *et al.*, 2012). La actividad antimicrobiana de diversos productos de plantas se ha asociado a compuestos fenólicos, por ejemplo como en el arándano o especies de la familia Lamiaceae, y los mecanismos de acción propuestos involucran disrupción de la membrada celular tanto en bacterias Gram positivas (Kwon *et al.*, 2007) como en Gram negativas (Santos *et al.*, 2012). México cuenta con una gran tradición en el uso de plantas medicinales nativas, sin embargo, los estudios de validación científica son escasos.

El arrayán (*Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied. Myrtaceae), ayale (*Crescentia alata* Kunth. Bignoniaceae) y nachí (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Malpighiaceae) son plantas de uso medicinal nativas de México y América tropical. Sus frutos, además de comestibles, son utilizados para el tratamiento de enfermedades infecciosas. El arrayán es un árbol de hasta 20 m de altura, produce frutos drupáceos y habita en climas cálidos y templados de México y Centroamérica desde los 0 a los 1600 msnm; la planta se utiliza para tratar problemas de diarrea, disentería, sarna, parásitos intestinales y como cicatrizante, entre otros (Argueta and Mata, 2009c). El

árbol del ayale se distribuye desde México hasta Costa Rica, en los bosques secos desde los 0 a los 1000 msnm; su fruto es utilizado en el tratamiento de enfermedades de vías respiratorias, tos, bronquitis, tuberculosis, diarrea, disentería, enfermedades del riñón y úlcera, entre otras (Argueta and Mata, 2009b; Chízmar-Fernández *et al.*, 2009). El nachí se distribuye desde México hasta Brasil en los bosques secos, bosques húmedos y sabanas, desde los 0 a los 2000 msnm; diversas partes de la planta se emplean para tratar diarreas e infecciones de la piel, mientras que su fruto se recomienda contra la fiebre (Argueta and Mata, 2009a).

En el presente trabajo se evaluó la actividad antibacteriana (bactericida y bacteriostática) y el contenido de fenólicos totales de extractos de los frutos de arrayán, ayale y nachí, con la finalidad de proporcionar información científica que apoye su uso en medicina tradicional y que los promueva como alimentos funcionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Material vegetal*

Los frutos de nachí se recolectaron en la Isla de la Piedra, Mazatlán; los de arrayán y ayale en diferentes zonas del valle de Culiacán, Sinaloa, México, entre octubre de 2011 y marzo de 2012. Las especies fueron identificadas taxonómicamente por el Dr. Rito Vega Aviña de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Los frutos colectados se almacenaron a -80 °C, posteriormente secados por liofilización y almacenados a -20 °C hasta su análisis.

### *Obtención de extractos*

Los frutos liofilizados se molieron hasta obtener harina que pasó por una malla N° 40. La harina (200 g) se extrajo primero con hexano, seguido de cloroformo y metanol, extracción secuencial (1:5 p/v) con agitación durante tres días para cada solvente. Después de cada extracción, el sobrenadante se recuperó por filtración (Whatman N° 1), y el residuo se extrajo nuevamente con solvente fresco, obteniendo 3 L de extracto por cada solvente. Los extractos se concentraron a vacío a 40 °C en rotavapor (BÜCHI Labortechnik AG, Switzerland), eliminando todo el solvente remanente a 40 °C en estufa de vacío (THELCO Precision Scientific Company, Illinois, USA) para obtener los extractos hexánico (EH), clorofórmico (EC) y metanólico (EM). Éstos se pesaron y almacenaron a -20 °C hasta su uso. El

rendimiento en la extracción con cada solvente se calculó por 100 g de harina base seca (b.s.).

### **Bacterias**

Se utilizaron 17 cepas de bacterias obtenidas de aislados clínicos (11 Gram negativas, 6 Gram positivas) de pacientes menores de cinco años, proporcionadas por el laboratorio de Bacteriología del Instituto Nacional de Pediatría de México, D.F., y cuatro cepas ATCC (American Type Culture Collection) (2 Gram negativas, 2 Gram positivas) (DIFCO Laboratories, Michigan, U.S.A.). El listado de las cepas se muestra en las Tablas N° 2 y N° 3.

### **Preparación de extractos**

Los EH y EC se disolvieron en Tween 80 (15%) y los EM en agua destilada. Dependiendo de la solubilidad se preparó una solución concentrada de cada extracto (EH 32 mg/mL; EC 16 mg/mL; EM 64 mg/mL); las soluciones se esterilizaron por filtración (0.45 µm) y se prepararon diluciones seriadas con solvente estéril. La concentración mínima evaluada dependió de la actividad del extracto.

### **Evaluación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB)**

La CMI se determinó mediante el ensayo de microdilución en caldo en placas de 96 pozos siguiendo las especificaciones recomendadas por Cos *et al.* (2006) (*e.g.* tamaño del inóculo, representatividad de cepas). Las cepas se cultivaron en cajas Petri en medio TSA a 37 °C durante 18-20 h; se tomaron de 1 a 5 colonias y se suspendieron en solución salina (NaCl 0.85%) hasta alcanzar un valor de 0.5 de McFarland ( $1.5 \times 10^8$  UFC/mL). La suspensión (100 µL) se diluyó con caldo Mueller-Hinton (9.9 mL), se tomaron alícuotas de 50 µL y se mezclaron con 50 µL de cada dilución del extracto (densidad final  $7.5 \times 10^5$  UFC/mL). En cada ensayo se emplearon cuatro controles: positivo (gentamicina 0.125-8 µg/mL), negativo (inóculo sin extracto), toxicidad del solvente (inóculo + solvente) y blanco (extracto + caldo sin inocular). Para las muestras no polares (EH y EC), la concentración de Tween 80 por pozo fue cuando mucho de 7.5%. La CMI correspondió al pozo de mayor dilución (menor concentración) de extracto a la que se observó inhibición del crecimiento (ausencia de botón de crecimiento o turbidez en el pozo). Para la determinación de la CMB, se tomaron alícuotas de los pozos en los que no se observó crecimiento en el ensayo de CMI y se sembraron en placas (gelosa sangre para Gram positivas o agar MacConkey para

Gram negativas), las que se incubaron a 37 °C durante 18-20 h; la placa de menor concentración de extracto en la que no se observó crecimiento correspondió a la CMB. Los experimentos se realizaron por triplicado y sólo se validaron los resultados que mostraron coincidencia.

### **Cuantificación de compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos son reconocidos antibacterianos de plantas por lo que se determinó su presencia en los extractos. Los fenólicos totales se cuantificaron mediante la metodología de Folin-Denis, método 952.03 de la AOAC (1995). Brevemente, 0.1 mL de extracto se homogenizó en agua y se le añadieron 0.5 mL de reactivo Folin-Denis y 7.5 mL de agua destilada. La mezcla se incubó 3 min, se le adicionó 1 mL de carbonato de sodio (10% p/v) y se incubó nuevamente durante 30 min. La determinación espectrofotométrica se realizó a 760 nm y se cuantificó con una curva de calibración de ácido ferúlico; el resultado se expresó como miligramos equivalentes de ácido ferúlico/g de extracto seco (mg EAF/g b.s.). Este método implica la solubilización en agua de las muestras a evaluar; los extractos de menor polaridad (EH y EC) no fueron solubles y no se le determinaron los fenólicos.

### **Análisis estadístico**

Para la determinación de la CMI y CMB se realizaron experimentos por triplicado y sólo se validaron resultados coincidentes. El contenido de fenólicos entre extractos se comparó por contraste múltiple de medias con la prueba de Fisher y los resultados se consideraron estadísticamente significativos para un valor de  $p < 0.01$ .

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Determinación del rendimiento de extracción y contenido de compuestos fenólicos**

Los EM de los tres frutos presentaron los mayores rendimientos de extracción (51.97-62.52% b.s.) y los EC los menores (0.67-0.85 % b.s.) (Tabla N° 1). Estos resultados coinciden con el hecho de que los frutos en general contienen altas cantidades de compuestos polares solubles en metanol (*e.g.* carbohidratos, fenólicos). El fruto de nanchi presenta una cantidad relativamente alta de compuestos lipofílicos, lo que se reflejó en el alto rendimiento del EH, comparado con arrayán y ayale. El contenido de compuestos fenólicos fue mayor en el EM de arrayán, seguido por el de nanchi y ayale (Tabla N° 1); este parámetro no fue evaluado para los extractos de menor polaridad (EH y

EC) debido a su insolubilidad en agua; a este respecto, los compuestos fenólicos tienden a ser polares y su solubilidad es mayor en solventes con esta

característica (e.g. metanol) y es de esperarse que los extractos EH y EC presenten bajos contenidos.

**Tabla N° 1**  
**Rendimientos de extracción de los extractos de frutos nativos de Sinaloa, México, y contenido de fenólicos en extractos metanólicos.**

Fruto	Tipo de extracto			
	Hexánico <sup>a</sup>	Clorofórmico <sup>a</sup>	Metanólico	
	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento <sup>a</sup>	Fenólicos <sup>b</sup>
Nanchi	6.35	0.85	51.97	20.33 ± 0.57
Arrayán	1.08	0.84	60.90	77.66 ± 1.05
Ayale	2.27	0.67	62.52	10.48 ± 0.13

<sup>a</sup>Porcentaje en base seca.

<sup>b</sup>mg equivalentes de ácido ferúlico/g de extracto. Los resultados son la media ± desviación estándar de dos experimentos independientes con tres repeticiones.

#### **Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)**

En el ensayo antibacteriano, el Tween 80 al 15%, usado para incorporar los extractos EH y EC, no fue tóxico contra las bacterias empleadas.

El EM de arrayán fue el más activo contra las ocho cepas Gram positivas de *Streptococcus*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus* estudiadas (CMI 2-8 mg/mL), siendo estas últimas las más sensibles (CMI 2 mg/mL). Asimismo, destaca la actividad del EH contra *Streptococcus A-4* (CMI 0.5 mg/mL) (Tabla N° 2). Contra bacterias Gram negativas, el EH del fruto de arrayán mostró la mayor actividad (CMI 0.25-4 mg/mL); mientras que la actividad del EM de arrayán debe considerarse como débil (CMI 8 – 32 mg/mL) (Tabla N° 2). El EC de arrayán fue insoluble en Tween 80 al 15% y en agua por lo que su actividad antibacteriana no fue evaluada. De manera interesante, la actividad antibacteriana del EH de arrayán fue superior a la reportada contra *S. aureus* para extractos hexánicos (hoja, CMI 30 mg/mL; corteza, CMI 7.5 mg/mL) y etanólicos (hoja, CMI 15 mg/mL; corteza, CMI 30 mg/mL) de *Psidium friedrichsthalianum* (Miranda-Cruz et al., 2012). Ankli et al., (2002) registraron la actividad de extractos de hojas de *Psidium sartorianum* contra patógenos causantes de diarreas y de infecciones en la piel (e.g. *Giardia duodenalis*, *Helicobacter pylori*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus*). Camacho-Hernández et al., (2004) demostraron la actividad de extractos del fruto contra *Trichophyton* spp.

Al evaluar la actividad de extractos de ayale contra cepas Gram positivas, el EC presentó mayor actividad (CMI 4 – 8 mg/mL) que el EH (CMI 2 – 16

mg/mL) (Tabla N° 2). Al respecto, extractos hexánicos y clorofórmicos de frutos de ayale colectados en Morelos, México, fueron más activos que nuestros extractos (Tabla N° 2) contra cepas de *Streptococcus* y *S. aureus* (CMI 1.2 - 5 mg/mL) (Rojas et al., 2001). Contra bacterias Gram negativas, el EH del fruto de ayale fue el más activo y la mayor actividad se registró contra *E. coli*, *Salmonella* y *Shigella* spp. (CMI 1-2 mg/mL), en tanto que el EC fue más activo contra *Salmonella thyphi* y *Shigella* spp. (CMI 4 mg/mL) (Tabla N° 2). Los resultados obtenidos para el EH de ayale contra *E. coli* (Tabla N° 2) fueron mejores que los del extracto hexánico de frutos de ayale colectados en Morelos, México (CMI > 5 mg/mL) (Rojas et al., 2001), reflejando posibles efectos ambientales y/o geográficos. Asimismo es importante mencionar que en el estudio de Rojas et al. (2001) sólo se evaluaron cepas ATCC mientras que en el presente trabajo se incluyeron una gran variedad de aislados clínicos, lo que incrementa la confiabilidad del trabajo (Cos et al., 2006). El EM de ayale no mostró actividad al evaluarse hasta 64 mg/mL.

En relación con los extractos de los frutos evaluados, los de nanchi presentaron la menor actividad contra bacterias Gram positivas (CMI ≥ 8 mg/mL), aunque se puede observar que el EC fue el más activo con un CMI de 16 mg/mL para la mayoría de las cepas evaluadas (Tabla N° 2). Los valores de CMI del presente trabajo son mucho mayores que los registrados para extractos metanólicos de la corteza de *B. crassifolia* y de sus componentes contra *Streptococcus mutans* (CMI 0.03 - 0.54 mg/mL), *Enterococcus faecium* 379 (CMI 0.06 - 1.09 mg/mL) y *S. aureus* (CMI 0.06 - 1.09 mg/mL) (Rivero et al.,

2009). Contra bacterias Gram negativas, sólo el EH mostró actividad y fue débil (CMI > 4 mg/mL), los valores obtenidos fueron mayores que los registrados para extractos metanólicos de corteza de *B. crassifolia*,

y de algunos de sus componentes, contra *E. coli* (CMI 0.13 - 1.06 mg/mL) y *P. aeruginosa* (CMI ~ 1 mg/mL) (Rivero et al., 2009).

**Tabla N° 2**  
**Concentración mínima inhibitoria (CMI, mg/mL) de los extractos de frutos nativos de Sinaloa contra bacterias patógenas humanas.<sup>a</sup>**

Bacteria	Nanchi			Arrayán <sup>b</sup>		Ayale <sup>c</sup>		G (µg/mL)
	EH	EC	EM	EH	EM	EH	EC	
<b>Gram positivas</b>								
<i>Streptococcus</i> A-3	n.s.	50	16	n.s.	4	16	8	4
<i>Streptococcus</i> A-4	8	n.s.	8	0.5	8	2	4	0.5
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	n.s.	16	50	n.s.	4	16	8	4
<i>Staphylococcus aureus</i> 1	n.s.	16	50	4	2	8	8	0.5
<i>Staphylococcus aureus</i> 2	n.s.	16	50	4	2	8	8	1
<i>Staphylococcus aureus</i> 3	25	16	50	8	2	8	8	1
<i>Staphylococcus aureus</i> 4	n.s.	16	50	8	2	8	8	0.5
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	n.s.	16	50	8	2	16	8	1
<b>Gram negativas</b>								
<i>Escherichia coli</i> A011	25	n.s.	n.s.	1	16	2	8	0.5
<i>Escherichia coli</i> A019	4	n.s.	n.s.	0.5	16	2	8	0.5
<i>Escherichia coli</i> A055	16	n.s.	n.s.	1	16	2	8	0.5
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	8	n.s.	n.s.	0.25	16	1	8	0.5
<i>Salmonella</i> grupo A-1	8	n.s.	n.s.	0.25	16	1	8	0.5
<i>Salmonella</i> grupo A-2	16	n.s.	n.s.	0.5	32	1	8	0.5
<i>Salmonella</i> grupo PDY A-1	4	n.s.	n.s.	0.5	32	2	8	0.5
<i>Salmonella</i> grupo B	8	16	n.s.	0.5	16	2	8	0.5
<i>Salmonella</i> grupo D	16	16	n.s.	1	16	2	8	0.5
<i>Salmonella typhi</i>	16	16	n.s.	1	16	1	4	0.5
<i>Shigella dysenteriae</i>	8	16	50	0.5	8	2	4	0.5
<i>Shigella flexneri</i>	16	16	n.s.	0.5	8	2	4	0.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	n.s.	n.s.	n.s.	4	8	8	8	1

<sup>a</sup>Gentamicina (G). Extractos: hexánico (EH), clorofórmico (EC) y metanólico (EM). n.s. corresponde a no sensible hasta la máxima concentración evaluada.

<sup>b</sup>El EC de arrayán fue insoluble en Tween 80 al 15% y en agua por lo que no se realizó la evaluación.

<sup>c</sup>El EM de ayale evaluado hasta 64 mg/mL no mostró actividad antibacteriana.

#### **Determinación de la Concentración Mínima Bactericida (CMB)**

Los extractos de arrayán fueron los mejores bactericidas seguidos de los de ayale y nanchi (Tabla N° 3). El EM de arrayán presentó la mayor actividad contra siete de las ocho cepas Gram positivas evaluadas (CMB 2-4 mg/mL) (Tabla N° 3); asimismo, el EH de este fruto mostró la mayor eficacia en contra de las 18 cepas de bacterias Gram negativas estudiadas (CMB 0.5-8 mg/mL). Aunque la actividad de los extractos de ayale fue menor, es importante resaltar que el EH tuvo actividad bactericida contra todas las

cepas evaluadas (Tabla N° 3). Salvo algunas excepciones, la CMB de los extractos de los tres frutos se encontraron a no más del doble de la CMI. Estos resultados contrastan con otros estudios donde la CMB es mucho mayor que la CMI, por ejemplo, extractos de hojas de *Mesua nagassarium* (Burm.f.) muestran CMI y CMB de 7.81-62.5 µg/mL y 250-1000 µg/mL, respectivamente (Skinder et al., 2011).

#### **Análisis global de la actividad antibacteriana**

El fruto de arrayán presenta componentes con mayor actividad antibacteriana, en orden decreciente tenemos

a los extractos de arrayán seguidos de los de ayale y nanchi (Tablas N° 2 y N° 3). Los EH de los frutos silvestres evaluados fueron los mejores contra bacterias Gram negativas, siendo el de arrayán el más

activo (CMI 0.25-4 mg/mL) y *Pseudomonas aeruginosa* la cepa menos sensible (Tablas N° 2 y N° 3).

**Tabla N° 3**  
**Concentración mínima bactericida (CMB, mg/mL) de los extractos de frutos nativos de Sinaloa contra bacterias patógenas humanas<sup>a</sup>**

Bacteria	Nanchi			Arrayán <sup>b</sup>		Ayale <sup>c</sup>	
	EH	EC	EM	EH	EM	EH	EC
<b>Gram positivas</b>							
<i>Streptococcus</i> A-3	n.s.	50	n.s.	n.s.	4	32	n.s.
<i>Streptococcus</i> A-4	8	n.s.	16	1	32	8	8
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	n.s.	n.s.	50	n.s.	4	32	n.s.
<i>Staphylococcus aureus</i> 1	n.s.	n.s.	n.s.	4	4	8	8
<i>Staphylococcus aureus</i> 2	n.s.	n.s.	50	8	4	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i> 3	n.s.	n.s.	64	8	4	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i> 4	32	n.s.	n.s.	8	2	8	16
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	n.s.	n.s.	n.s.	8	2	16	16
<b>Gram negativas</b>							
<i>Escherichia coli</i> A011	32	n.s.	n.s.	1	32	4	16
<i>Escherichia coli</i> A019	8	n.s.	n.s.	0.5	32	16	8
<i>Escherichia coli</i> A055	16	n.s.	n.s.	1	32	4	8
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	8	n.s.	n.s.	0.5	16	2	n.s.
<i>Salmonella</i> grupo A-1	32	n.s.	n.s.	8	16	8	n.s.
<i>Salmonella</i> grupo A-2	16	n.s.	n.s.	1	32	16	8
<i>Salmonella</i> grupo PDY A-1	8	n.s.	n.s.	2	32	16	8
<i>Salmonella</i> grupo B	8	n.s.	n.s.	0.5	16	8	8
<i>Salmonella</i> grupo D	25	16	n.s.	4	32	8	8
<i>Salmonella typhi</i>	16	n.s.	n.s.	1	16	4	8
<i>Shigella dysenteriae</i>	8	n.s.	50	0.5	16	4	8
<i>Shigella flexneri</i>	16	16	n.s.	0.5	8	2	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	n.s.	n.s.	n.s.	4	8	8	8

<sup>a</sup>Extractos: hexánico (EH), clorofórmico (EC) y metanólico (EM).

<sup>b</sup>El EC de arrayán fue insoluble en Tween 80 al 15% y en agua por lo que no se realizó la evaluación.

<sup>c</sup>El EM de ayale evaluado hasta 64 mg/mL no mostró actividad antibacteriana.

De manera general, los extractos/frutos evaluados fueron más activos contra las enterobacterias (*E. coli*, *Salmonella* y *Shigella*) (Tablas N° 2 y N° 3), lo cual avala el uso de estos frutos contra problemas como diarrea, disentería, infecciones en vías urinarias o fiebre (Argueta and Mata, 2009c, 2009b; Chízmar-Fernández et al., 2009). *Pseudomonas aeruginosa* y *E. coli* están entre las principales bacterias Gram negativas que han desarrollado multiresistencia a los antibióticos comerciales (Beovic, 2006; Rice, 2006), por lo que extractos naturales pueden ser una alternativa farmacéutica contra afecciones por bacterias

resistentes. Los resultados del EH de arrayán son particularmente interesantes debido a que mostraron valores de CMI menores o iguales a 1 mg/mL contra todas las bacterias evaluadas con excepción de *P. aeruginosa* ATCC 27853. Rios y Recio (2005) sugirieron que extractos de plantas con valores de CMI menores o iguales a 1 mg/mL tienen potencial para considerarse como antibacterianos.

En México se ha registrado que el género *Staphylococcus* es el principal causante de infecciones nosocomiales, además de ser, junto con *P. aeruginosa*, las bacterias con mayor resistencia a fármacos aisladas en hospitales de la ciudad de México (Benavides-

Plascencia *et al.*, 2005; Vázquez-Meza, 2007). De esta manera, los resultados obtenidos con los EH de arrayán y ayale (Tabla N° 2) pueden ser de interés en el tratamiento de infecciones asociadas a estas bacterias.

En orden decreciente de actividad antibacteriana, el EM de arrayán fue el tercero, debajo de los EH de arrayán y ayale, respectivamente (Tablas N° 2 y N° 3); sin embargo, esto no descarta que el EM de arrayán presente compuestos polares de alta actividad específica que es diluida por la presencia de componentes mayoritarios inactivos ya que el rendimiento obtenido para este extracto fue aproximadamente 56 veces superior al del EH (Tabla N° 1). Al contrastar la actividad antibacteriana de los EM, en orden decreciente fue arrayán > nanchi > ayale (Tablas N° 2 y N° 3); este mismo patrón se registró para el contenido de fenólicos totales (Tabla N° 1), por lo que podría sugerirse que existe una relación directa entre estas variables. En la literatura se ha reportado que los compuestos fenólicos son mayormente activos contra bacterias Gram positivas (Rios and Recio, 2005; Kwon *et al.*, 2007), lo cual concuerda con nuestros resultados para los EM (Tablas N° 2 y N° 3). Previamente se registró que el fruto de *P. sartorianum* es rico en compuestos fenólicos, principalmente taninos (Delgado-Vargas *et al.*, 2005; Contreras-Calderón *et al.*, 2011). Adicionalmente, los compuestos fenólicos son los responsables de la actividad antioxidante en muchos alimentos (Kaur and Kapoor, 2001), por lo que el consumo del fruto de arrayán (*P. sartorianum*) puede aportar ambos beneficios a la salud.

## CONCLUSIONES

La presente investigación con frutos nativos de Sinaloa (*i.e.* arrayán, ayale y nanchi) mejora el conocimiento de sus características antibacterianas, la información generada apoya sus usos tradicionales y contribuye a evidenciar su potencial como frutos con propiedades nutraceuticas. Estos resultados aportan valor agregado a estos recursos naturales, lo cual debe fomentar su aprovechamiento racional, particularmente para el arrayán, fruto escasamente estudiado que presentó la mayor actividad antibacteriana.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos la ayuda de las siguientes personas/instituciones: PROFAPI-UAS, CONACYT, COECYT y FOMIX-SINALOA por el financiamiento para el proyecto; Dr. Rafael García-González, Instituto Nacional de Pediatría, Secretaria de Salud, México,

D.F., por proveernos de las cepas bacterianas; y al Dr. Rito Vega-Aviña por la identificación del material vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

## REFERENCIAS

- Alissa EM, Ferns GA. 2012. Functional foods and nutraceuticals in the primary prevention of cardiovascular diseases. **J Nutr Metab** 2012: Article ID 569486.
- Ankli A, Heinrich M, Bork P, Wolfram L, Bauerfeind P, Brun R, Schmid C, Weiss C, Bruggisser R, Gertsch J, Wasescha M, Sticher O. 2002. Yucatec Mayan medicinal plants: evaluation based on indigenous uses. **J Ethnopharmacol** 79: 43 - 52.
- AOAC. 1995. **Official methods of analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA,
- Argueta CZA, Mata S. 2009a. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Nanche&id=7985> (Retrieved Septiembre 15).
- Argueta CZA, Mata S. 2009b. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. *Crescentia alata* Kunth. [http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347). (Retrieved Septiembre 15).
- Argueta CZA, Mata S. 2009c. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. *Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Pichiche&id=7915> (Retrieved September 15).
- Benavides-Plascencia L, Aldama-Ojeda AL, Vázquez HJ. 2005. Vigilancia de los niveles de uso de los antibióticos y perfiles de resistencia bacteriana en hospitales de tercer nivel de la Ciudad de México. **Salud Publica Mex** 47: 219 - 226.
- Beovic B. 2006. The issue of antimicrobial resistance in human medicine. **Int J Food Microbiol** 112: 280 - 287.
- Camacho-Hernández IL, Cisneros-Rodríguez C, Uribe-Beltrán MJ, Ríos-Morgan A, Delgado-Vargas F. 2004. Antifungal activity of fruit

- pulp extract from *Psidium sartorianum*. **Fitoterapia** 75: 401 - 404.
- Contreras-Calderón J, Calderón-Jaimes L, Guerra-Hernández E, García-Villanova B. 2011. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Res Int** 44: 2047 - 2053.
- Cos P, Vlietinck AJ, Berghe DV, Maes L. 2006. Anti-infective potential of natural products: how to develop a stronger *in vitro* 'proof-of-concept'. **J Ethnopharmacol** 106: 290 - 302.
- Cowan MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. **Clin Microbiol Rev** 12: 564 - 582.
- Chízmár-Fernández CV, Correa-Arroyo M, Chang-Vargas G, Lobo-Cabeza S, Quezada-Hernández A, Céren-López JG, Lara LR, Menjívar-Cruz JE, Ruiz-Valladares I, House PR, Mejía-Ordóñez T, Coronado-González I. 2009. **Plantas comestibles de centroamérica**. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Delgado-Vargas F, Díaz-Camacho SP, Salazar-Zamora G, Uribe-Beltrán MJ, Vega-Aviña R. 2005. *Psidium sartorianum* (O.Berg) Nied., an Indigenous plant to México, from biology to biological activity. JN Govil, VK Singh, C Arunachalam. In search for natural drugs. Vol. 13, Recent progress in medicinal plants. Studium Press LLC, Houston, TX, USA.
- Jepson RG, Williams G, Craig JC. 2012. Cranberries for preventing urinary tract infections. **Cochrane Database Syst Rev** 10(CD001321).
- Kalra EK. 2003. Nutraceutical - definition and introduction. **AAPS PharmSci** 5: E25.
- Kaur C, Kapoor HC. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. **Int J Food Sci Technol** 36: 703 - 725.
- Kwon YI, Apostolidis E, Labbe RG, Shetty K. 2007. Inhibition of *Staphylococcus aureus* by phenolic phytochemicals of selected clonal herbs species of Lamiaceae family and likely mode of action through proline oxidation. **Food Biotechnol** 21: 71 - 89.
- Miranda-Cruz E, Espinosa-Moreno J, Centurión-Hidalgo D, Velázquez-Martínez JR, Alor-Chávez MJ. 2012. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L., *Pterocarpus hayesii* L., *Tynanthus guatemalensis* L. y *Spondias purpurea* L. **Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat** 11: 354 - 361.
- Nazma I, Shima E, Vikram BK, Sunit P. 2008. Herbal drugs in milieu of modern drugs. **Int J Green Pharm** 2: 2 - 8.
- Pappas E, Schaich KM. 2009. Phytochemicals of cranberries and cranberry products: characterization, potential health effects, and processing stability. **Crit Rev Food Sci Nutr** 49: 741 - 781.
- Rice LB. 2006. Unmet medical needs in antibacterial therapy. **Biochem Pharmacol** 71: 991 - 995.
- Rios JL, Recio MC. 2005. Medicinal plants and antimicrobial activity. **J Ethnopharmacol** 100: 80 - 84.
- Rivero JF, Sánchez S, Benítez G, Casimiro X, Ibarra C, Rojas A, Rivero B. 2009. Antibacterial compounds isolated from *Byrsonima crassifolia*. **Rev Latinoamer Quím** 37: 155 - 163.
- Rojas G, Levaro J, Tortoriello J, Navarro V. 2001. Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of respiratory diseases. **J Ethnopharmacol** 74: 97 - 101.
- Santos RC, Kushima H, Rodrigues CM, Sannomiya M, Rocha LR, Bauab TM, Tamashiro J, Vilegas W, Hiruma-Lima CA. 2012. *Byrsonima intermedia* A. Juss.: gastric and duodenal anti-ulcer, antimicrobial and antidiarrheal effects in experimental rodent models. **J Ethnopharmacol** 140: 203 - 212.
- Silveira-Rodriguez MB, Moreno-Magias S, Molina-Baena B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿cerca o lejos? **Rev Esp Salud Pública** 77: 317 - 331.
- Skinder AM, Kaiser MA, Parvez M, Hossian AKMN, Akhter F, Rashid MA. 2011. Preliminary antimicrobial activity and cytotoxicity of leaf extracts of *Mesua nagassarium* (Burm.f.). **Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat** 10: 83 - 87.
- Turner A, Chen SN, Joike MK, Pendland SL, Pauli GF, Farnsworth NR. 2005. Inhibition of uropathogenic *Escherichia coli* by cranberry juice: a new antiadherence assay. **J Agric Food Chem** 53: 8940 - 8947.
- Vázquez-Meza ME. 2007. Surgimiento y diseminación de *Staphylococcus aureus* meticilinoresistente. **Salud Publica Mex** 47: 381 - 387.



WHO. 2001. WHO global strategy for containment of antimicrobial resistance.

[http://www.who.int/csr/resources/publications/drugresist/WHO\\_CDS\\_CSR\\_DRS\\_2001\\_2\\_EN/en/](http://www.who.int/csr/resources/publications/drugresist/WHO_CDS_CSR_DRS_2001_2_EN/en/)

(Retrieved September 15).